

ANALISA LIFE CYCLE COST (LCC) PENGADAAN ALAT BERAT DI TPA TAMANGAPA

*Samsul Bahri, Irwan Ridwan Rahim, Andi Subhan Mustari
Departemen Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Makassar*

Alamat Korespondensi
Samsul Bahri
Departemen Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin Makassar, 90245
Hp : 085341154235
Email : samsul_civil@yahoo.com

ANALISA LIFE CYCLE COST (LCC) PENGADAAN ALAT BERAT DI TPA TAMANGAPA

Irwan R. R.¹, Andi S. M.¹, Samsul B.²

ABSTRAK : Tempat pembuangan akhir sampah (TPA) Tamangapa Kota Makassar merupakan salah satu aset daerah Kota Makassar di bidang lingkungan hidup yang telah beroperasi 24 tahun yang lalu. TPA Tamangapa ini masih menggunakan metode open dumping. Open dumping ini merupakan cara sederhana yaitu dengan membuang sampah pada suatu legokan atau cekungan tanpa menggunakan tanah sebagai penutup sampah. Permasalahannya adalah bulldozer dan excavator yang digunakan di TPA ini sudah tidak efektif dan efisien lagi digunakan sehingga akan menghambat pengelolaan sampah. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengelolaan sampah existing dan produktivitas alat berat serta menentukan jenis, kebutuhan jumlah unit dan jumlah alat berat untuk TPA agar bisa beroperasi secara efisien.

Metode analisa yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisa kuantitatif terhadap produktivitas alat dan metode pendekatan biaya terhadap pemilikan dan pengoperasian kendaraan dan alat berat.

Hasil analisis aspek teknis menunjukkan bahwa keberadaan kendaraan operasional di TPA Tamangapa Kota Makassar sudah tidak layak digunakan sehingga kurang efektif dalam mengolah timbunan sampah di TPA. Dari hasil survey di lapangan selama 8 hari berturut – turut di rata-ratakan volume timbunan sampah yang masuk adalah 2662,75 m³/hari. Berdasarkan perhitungan produktivitas alat berat maka untuk bulldozer dibutuhkan 3 unit dan excavator dibutuhkan 4 unit. Melalui analisa biaya kepemilikan dan operasional alat maka untuk bulldozer dengan harga alat Rp 2.792.400.000 biaya kepemilikan dan opsionalnya Rp. 357.371,75 namun bila di sewa biaya kepemilikan dan opsional bulldozer Rp 663.667,68 Sama halnya dengan excavator harga alat Rp 1.678.050.000 biaya kepemilikan dan opsionalnya Rp.267.838,48 sedangkan untuk biaya sewa Rp 455.692,33. Berdasarkan hasil analisa biaya pekerjaan alat untuk mengolah sampah dengan volume 2662,75 m³ di peroleh biaya sewa/unit untuk bulldozer Rp. 11.093.415,66 dan untuk excavator Rp 11.703.267,28 sedangkan biaya beli untuk bulldozer Rp. 5.973.582,09 dan excavator Rp. 6.878.731,79. Jika melihat kondisi sekarang maka sebaiknya di lakukan pembelian alat karena harganya jauh lebih murah.

Kata Kunci : Bulldozer, Excavator, Produktifitas alat, sewa, beli.

LIFE CYCLE COST ANALYSIS (LCC) PROCUREMENT OF HEAVY EQUIPMENT IN TAMANGAPA TPA

Irwan R. R.¹, Andi S. M.¹, Samsul B.²

Final Waste Landfill Tamangapa Makassar City is one of the regional assets of Makassar City in the field of environment that has been operated 24 years ago. Final Waste Landfill Tamangapa is still using open dumping method. Open dumping is a simple way to throw garbage on a legokan or basin without using soil as a waste cover. The problem is that bulldozers and excavators used in this landfill are ineffective and more efficient to use so it will hamper waste management. The purpose of this research is to analyze the existed waste management and the heavy equipment product as well as to determine the type, requirement of the number of units and the number of heavy equipment for the Final Waste Landfill in order to operate efficiently.

The method of analysis used in this research is quantitative analysis method to tool productivity and cost approach method to the ownership and operation of vehicle and heavy equipment.

The result of technical aspect analysis shows that the existence of operational vehicle in Final Waste Landfill Tamangapa Makassar City is not feasible to be used so it is less effective in processing waste generation in Final Waste Landfill. From the survey results in the field for 8 days in a row on average the volume of incoming garbage is 2662.75 m³ / day. Based on the calculation of heavy equipment productivity for bulldozer required 3 units and excavator required 4 units. Through analysis of ownership and operational cost of equipment for bulldozer with price at Rp 2.792.400.000, cost of ownership and the operational at Rp. 357,371.75 but when the rent of ownership and bulldozer cost at Rp 663,667.68. Similarly, excavator appliance price at Rp 1.678.050.000, cost of ownership and operational cost at Rp.267.838, while for rental fee at Rp 455.692,33. Based on the result of cost analysis of work tool for processing waste with volume 2662.75 m³ in obtaining rent / unit cost for bulldozer at Rp. 11,093,415.66 and for excavator at Rp 11.703.267,28 while the purchase cost for bulldozer at Rp. 5,973,582,09 and excavator at Rp. 6,878,731.79. If you look at the current conditions should be in the purchase of tools because the price is much cheaper.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sampah merupakan material sisa yang sudah tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang harus dibuang, yang umumnya berasal dari kegiatan yang dilakukan oleh masyarakat. Dalam berkegiatan, masyarakat memproduksi sampah sehingga semakin hari produksi sampah semakin banyak. Karena semakin banyak sampah yang dihasilkan masyarakat, maka perlu pengelolaan sampah yang efektif dan efisien. Pengelolaan sampah yang baik akan membuat life time dari TPA sesuai dengan perencanaan bahkan bertambah.

Kurang efektifnya alat berat yang beroperasi di lokasi TPA akan memperburuk kondisi TPA itu sendiri karena sampah yang akan masuk dan yang telah masuk ke dalam TPA tidak dikelola dengan baik sehingga *life time* semakin cepat berkurang/habis. Oleh karena itu salah satu alasan pemerintah kota Makassar memindahkan lokasi TPA dengan sistem *sanitary landfill* dengan manajemen pengelolaan dan pengolahan sampah yang jauh lebih ideal.

Salah satu kendala dalam pengelolaan TPA Tamangapa adalah kondisi dan kemampuan alat beratnya. Alat-alat berat yang digunakan di TPA lama dipindahkan di TPA baru dan digunakan lagi. Padahal kondisi alat sudah tidak efektif dan efisien lagi untuk digunakan.

Dengan demikian penelitian ini diharapkan mendapatkan suatu sistem pengelolaan sampah yang baik secara teknis maupun secara ekonomis dan tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan melalui studi alternatif pemilihan alat berat TPA yang kemudian akan merekomendasikan alternatif pengadaan alat berat yang jauh lebih efisien dan efektif dibandingkan kondisi eksisting alat berat pengelolaan sampah di TPA Tamangapa saat ini.

Atas dasar inilah, penulis tertarik memilih judul sebagai tugas akhir:

“ANALISA LIFE CYCLE COST (LCC) PENGADAAN ALAT BERAT DI TPA TAMANGAPA MAKASSAR “

Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan diselesaikan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- Bagaimana kondisi eksisting operasional alat berat di TPA TAMANGAPA.
- Berapa kebutuhan alat berat ideal yang beroperasi di TPA TAMANGAPA
- Bagaimana pengadaan alat berat yang efisien untuk kondisi eksisting TPA TAMANGAPA.

Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk mempelajari bagaimana pengolahan sampah dan produktifitas alat berat di TPA Tamangapa Kota Makassar. Dengan demikian penulis akan memberikan usulan alternatif bentuk pengadaan alat berat yang relevan sehingga TPA akan memiliki jenis kendaraan operasional yang bisa beroperasi secara efektif dan efisien.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengolahan sampah eksisting dan produktifitas alat berat di TPA Tamangapa Makassar.
2. Menentukan jenis dan jumlah alat berat untuk operasional TPA Tamangapa yang efisien.
3. Mengetahui kebutuhan jumlah unit dan jenis alat berat untuk TPA Tamangapa agar bisa beroperasi secara efisien.

Ruang Lingkup Penelitian

Untuk mengarahkan penulis agar penelitian dan permasalahan yang dikaji sesuai dengan Judul dan Tujuan penulisan Tugas Akhir ini, maka penulis hanya membahas masalah sebagai berikut:

- Daerah penelitian adalah lingkungan TPA Tamangapa Kota Makassar yang sekarang difungsikan.
- Objek penelitian adalah pemilihan alat berat yang efisien digunakan untuk pengolahan sampah di TPA Tamangapa di Kota Makassar.
- Analisa tambahan dalam penggunaan alat berat yaitu dengan cara sewa atau investasi.
- Melakukan survey dan investigasi lapangan untuk pengumpulan data, seperti:
 - Data primer: Kondisi eksisting TPA di Kota Makassar, Kondisi eksisting alat berat yang beroperasi, metode pelaksanaan pengolahan sampah terkait penggunaan alat berat.
 - Data sekunder: Kondisi alat berat dan jumlahnya yang diperoleh dari Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Makassar, volume timbunan sampah di Kota Makassar serta biaya yang terkait dengan pengadaan alat berat.

TINJAUAN PUSTAKA

Metode Pengolahan Sampah di TPA

a. Open Dumping

Cara ini cukup sederhana yaitu dengan membuang sampah pada suatu legokan atau cekungan tanpa menggunakan tanah sebagai penutup sampah, cara ini sudah tidak direkomendasi lagi oleh Pemerintah RI karena tidak memenuhi syarat teknis suatu TPA Sampah, Open dumping sangat potensial dalam mencemari lingkungan, baik itu dari pencemaran air tanah oleh Leachate (air sampah yang dapat menyerap kedalam tanah), lalat, bau serta binatang seperti tikus, kecoa, nyamuk dll.

b. Control Landfill

Control landfill adalah TPA sampah yang dalam pemilihan lokasi maupun pengoperasiannya sudah mulai memperhatikan Syarat Teknis (SK-SNI) mengenai TPA sampah.

Sampah ditimbun dalam suatu TPA Sampah yang sebelumnya telah dipersiapkan secara teratur, dibuat barisan dan lapisan (SEL) setiap harinya dan dalam kurun waktu tertentu timbunan sampah tersebut diratakan dipadatkan oleh alat berat seperti Buldozer maupun Track Loader dan setelah rata dan padat timbunan sampah lalu ditutup oleh tanah, pada control landfill timbunan sampah tidak ditutup setiap hari, biasanya lima hari sekali atau seminggu sekali.

Secara umum control landfill akan lebih baik bila dibandingkan dengan open dumping dan sudah mulai dipakai diberbagai kota di Indonesia.

c. Sanitary Landfill

Sanitary landfill adalah sistem pembuangan akhir sampah yang dilakukan dengan cara sampah ditimbun di TPA sampah yang sudah disiapkan sebelumnya dan telah memenuhi syarat teknis, setelah ditimbun lalu dipadatkan dengan menggunakan alat berat seperti buldozer maupun track loader, kemudian ditutup dengan tanah sebagai lapisan penutup setiap hari pada setiap akhir kegiatan. Hal ini dilakukan terus menerus secara berlapis-lapis sesuai rencana yang telah ditetapkan.

Perbedaan open dumping dan control landfill adalah open dumping hanya menimbun sampah begitu saja tanpa ada pengolahan lebih lanjut sedangkan control landfill sampah di timbun secara teratur dan di padatkan dengan menggunakan alat berat lalu di tutup dengan tanah.

Perbedaan sanitary landfill dan control landfill adalah sanitary landfill sampah ditimbun lalu dipadatkan dengan menggunakan alat berat kemudian ditutup dengan tanah setiap hari pada setiap akhir kegiatan sedangkan control landfill timbunan sampah tidak ditutup setiap hari, biasanya lima hari sekali atau seminggu sekali.

Produksi Peralatan

• *Bulldozer*

Bulldozer adalah alat yang mesin penggerak utamanya adalah traktor. Sebutan *bulldozer* berasal dari traktor yang perlengkapan (*attachment*)-nya dozer atau pendorong yang disebut juga *blade*. Kemampuan *bulldozer* ini untuk mendorong tanah ke muka. Disamping itu ada yang disebut *angle dozer* yang dapat mendorong tanah atau material ke samping. Angle ini dapat membuat sudut 25° terhadap posisi lurus.

• Fungsi dan Kerja Bulldozer

Bulldozer digunakan untuk mendorong tanah, seperti meratakan tanah dan mengupas humus tanah.

Fungsi lain dari *bulldozer* adalah :

- Membersihkan site dari kayu-kayuan, pokok/tonggak pohon dan batu-batuan
- Membuka jalan kerja di pegunungan maupun daerah berbatuan
- Memindahkan tanah yang jauhnya hingga 300 feet (\pm 90 meter)
- Menarik *Scraper*
- Menghamparkan tanah isian (*fill*)
- Menimbun kembali bekas galian
- Membersihkan site atau medan kerja

• *Excavator*

Excavator adalah sebuah jenis alat berat yang terdiri dari mesin di atas roda khusus yang dilengkapi dengan lengan (arm) dan alat pengeruk (bucket) yang digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan berat berupa penggalian tanah yang tidak bisa dilakukan secara langsung oleh tangan manusia.

Alat ini banyak digunakan untuk :

1. Menggali parit, lubang dan pondasi
2. Penghancuran gedung
3. Meratakan permukaan tanah
4. Mengangkat dan memindahkan material
5. Mengeruk sungai
6. Pertambangan dan beberapa bidang industry yang menggunakannya antara lain konstruksi, pertambangan, infrastruktur, dan sebagainya

Macam – macam alat gali antara lain backhoe, power shovel, atau juga dikenal sebagai front shovel, dragline dan clamshell. Backhoe dan front shovel juga di sebut alat hidrolis karena bucket yang digerakan secara hidrolis. Pemilihan alat tergantung dari kemampuan alat tersebut pada suatu kondisi lapangan tertentu. Perbedaanny terletak pada benda yang di pasang di bagian depan, akan tetapi semua alat tersebut mempunyai kesamaan pada alat penggerak yaitu roda ban atau crawler.



Gambar 2.14 Alat Berat Excavator

➤ Produksi Peralatan

Dalam metode *sanitary landfill*, ketersediaan alat berat seperti *bulldozer*, *excavator* merupakan unsur utama yang harus memenuhi kebutuhan pekerjaan penanganan sampah di

TPA. Menurut Rostiyanti (2002), efektifitas suatu alat dipengaruhi oleh beberapa hal, yakni :

- Kemampuan operator pemakai alat
- Pemilihan dan pemeliharaan alat
- Perencanaan dan pengaturan letak
- Topografi dan volume pekerjaan
- Kondisi cuaca
- Metode pelaksanaan alat

Produksi peralatan merupakan hasil kerja dari peralatan, dimana dipengaruhi oleh karakteristik alat yaitu faktor kapasitas dan faktor waktu siklus alat. Menurut Irawan Sudarsono (2012) Secara umum produksi alat dirumuskan seperti berikut :

$$\text{Produksi alat, } Q = \frac{\text{Produksi per siklus, } q \text{ (m}^3\text{)}}{\text{Waktu siklus, } t \text{ (jam)}}$$

Selanjutnya besaran jumlah alat yang dibutuhkan, yaitu :

$$\text{Jumlah alat yang diperlukan} = \frac{\text{Produksi terbesar alat (m}^3\text{)}}{\text{Produksi alat (m}^3\text{)}}$$

Penggantian Komponen Peralatan

Perencanaan program penggantian komponen peralatan yang baik dapat mereduksi berkurangnya nilai produksi yang dihasilkan. Hal ini berhubungan dengan masalah waktu penggantian yang dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut:

- Biaya penyusutan (*depreciation cost*)
- Biaya kepemilikan (*ownership cost*)
- Biaya penggantian (*replacement cost*)
- Biaya penurunan nilai produktivitas alat (*downtime cost*)
- Biaya pemeliharaan (*maintenance cost*)
- Biaya pengalihan alat yang sudah tua (*cost of obsolescence*)

Umur pakai alat erat kaitannya dengan umur ekonomis alat (*economic life*) yaitu periode waktu antara awal pemakaian alat sampai pemakainya tidak ekonomis lagi, yang dinyatakan berdasarkan hasil studi ekonomi bahwa biaya yang diperlukan untuk alat berat yang baru lebih rendah dibandingkan dengan alat yang telah dimiliki saat itu dipertahankan untuk ekstra periode tertentu

biaya Pemilikan

Yang dimaksud dengan biaya pemilikan adalah biaya yang menunjukkan jumlah antara penyusutan (depresiasi) alat, bunga dan asuransi alat.

▪ Biaya penyusutan (Depresiasi)

Penyusutan (depresiasi) adalah harga modal yang hilang pada suatu peralatan yang disebabkan oleh umur pemakaian. Guna menghitung besarnya biaya penyusutan perlu diketahui terlebih dahulu umur kegunaannya. Terdapat banyak cara yang digunakan untuk menentukan biaya penyusutan. Salah satu metoda yang banyak digunakan adalah "straight line method" yaitu turunnnya nilai modal dilakukan dengan pengurangan nilai penyusutan yang sama besarnya sepanjang umur kegunaan dari alat tersebut, sebagai berikut :

$$\text{Depresiasi} = \frac{\text{Harga mesin} - (\text{Harga ban}^*) - \text{Harga sisa (Rupiah)}}{\text{Umur kegunaan (jam)}}$$

*Untuk alat-alat yang menggunakan crawler, harga ban tidak ada

▪ Biaya Modal, Pajak, dan Asuransi

Bunga modal tidak hanya berlaku bagi peralatan yang dibeli dengan sistem kredit, tetapi dapat juga dari uang sendiri yang dianggap sebagai pinjaman. Jangka waktu peminjaman jarang yang lebih dari 2 (dua) tahun pada saat ini. Besar kecilnya nilai asuransi tergantung pada baru tidaknya peralatan, kondisi medan kerja, dan tipe pekerjaan yang ditangani.

Perhitungan bunga modal, pajak dan asuransi dapat disatukan dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} &\text{Bunga modal} + \text{Pajak} + \text{Asuransi} \\ &= \frac{\text{Faktor} \times \text{Harga Mesin} \times \text{Bunga per tahun}}{\text{Jam Pemakaian per tahun}} \end{aligned}$$

Dimana :

$$\text{Faktor} = \frac{1 - (n-1)(1-r)}{2n}$$

n: Umur Ekonomis (*life time*) alat (tahun)

r : Nilai sisa alat (%)

Biaya pemilikan alat mempunyai nilai yang tetap walau alat tidak dioperasikan.

Biaya Operasi

Biaya operasi peralatan adalah biaya yang dikeluarkan hanya apabila alat tersebut dioperasikan. Biaya ini terdiri atas :

▪ Bahan Bakar

Kebutuhan bahan bakar dan pelumas per jam berbeda untuk setiap alat atau merk dari mesin. Data-data ini biasanya dapat diperoleh dari pabrik produsen alat atau dealer alat yang bersangkutan atau data dari lapangan. Pemakaian bahan bakar dan pelumas per jam akan bertambah bila mesin bekerja berat dan berkurang bila bekerja ringan. Biaya bahan bakar dapat dihitung dengan rumus :

Biaya Bhn. Bakar (Fuel) = Keb. Bhn. Bakar per Jam x Harga Bhn. Bakar per Liter

▪ Bahan Pelumas, Gemuk, Saringan (Filter)

Untuk kebutuhan bahan-bahan tersebut, seperti pada kebutuhan bahan bakar, masing-masing alat besar dalam kebutuhan per jam berbeda sesuai kondisi pekerjaan, bahan pelumas yang terdiri atas :

- Oli mesin
- Oli transmisi
- Oli hidrolis
- Oli final drive
- Gemuk

Biaya Bahan Pelumas = Kebutuhan Bahan Pelumas x Harga Pelumas per Liter

Sedangkan biaya filter biasanya diambil 50% dari jumlah biaya pelumas di luar bahan bakar dalam rumus hitungan :

$$\text{Biaya Filter per Jam} = \frac{\text{Jumlah Filter} \times \text{Harga Filter}}{\text{Lama Penggantian Filter (jam)}}$$

▪ Ban

Umur ban dari alat sangat dipengaruhi oleh medan kerjanya di samping kecepatan dan tekanan

angin. Selain itu kualitas ban yang digunakan juga berpengaruh. Umur ban biasanya diperkirakan sesuai kondisi medan kerjanya.

$$\text{Ban} = \frac{\text{Harga Ban (Rupiah)}}{\text{Umur Kegunaan}}$$

■ Perbaikan (Reparasi)

Biaya perbaikan ini merupakan biaya perbaikan dan perawatan alat sesuai dengan kondisi operasinya. Makin keras alat bekerja perjamnya makin besar pula biaya operasinya. Biaya perbaikan (reparasi) alat dapat ditentukan dengan menggunakan formula berikut :

$$\text{Biaya Reparasi} = \frac{\text{Faktor Perbaikan} \times (\text{Harga mesin} - \text{Harga Ban})}{\text{Umur Kegunaan Alat (jam)}}$$

Dimana:

Faktor perbaikan biasanya ditentukan berdasarkan pengalaman.

■ Hal-Hal Khusus

Beberapa parts yang keausannya lebih cepat dibanding parts lainnya tidak termasuk dalam biaya perbaikan, tetapi dimasukkan dalam hal-hal khusus.

■ Upah Operator

Salah satu cara untuk menghitung upah operator per jam adalah :

$$\text{Upah Operator} = \frac{\text{Upah Operator + Pembantu per Bulan (Rupiah)}}{\text{Jam Operasi per Bulan (jam)}}$$

■ Biaya tidak langsung (*indirect cost*)

Biaya tidak langsung terdiri atas: biaya pool, biaya kantor, biaya resiko, keuntungan dan sebagainya. Biaya ini biasanya dihitung sebesar 15% - 25% dari total biaya penggunaan peralatan bersangkutan

■ Biaya Satuan Pekerjaan

Dari uraian di atas sudah dapat dihitung masing-masing: jumlah prosentase (produksi) peralatan, dan biaya pemakaian peralatan dinyatakan sebagai: B Rp/jam, maka biaya satuan pekerjaan (BSP) adalah :

$$\text{BSP} = \frac{B}{P} \text{ Rp/m}^3 \text{ atau Rp/ton}$$

METODOLOGI PENELITIAN

Gambaran Umum Lokasi Studi

Sampel diambil di Kota Makassar. TPA Tamangapa yang berlokasi di Kelurahan Tamangapa, Kecamatan Manggala. Secara geografis lokasi TPA Tamangapa berbatasan sebelah utara dengan kecamatan Banggala, sebelah selatan dengan RW 5, sebelah barat dengan RT 3 dan sebelah timur berbatasan dengan RT 2. Luas wilayah Kecamatan Manggala tercatat 24,14 km² atau 13,73 persen dari luas Kota Makassar.

Penanganan sampah di Kota Makassar masih menggunakan sistem *open dumping*. Dumping atau pembuangan menurut Undang-Undang nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup didefinisikan sebagai kegiatan membuang, menempatkan, dan/atau memasukkan limbah dan/atau bahan dalam jumlah, konsentrasi, waktu dan lokasi tertentu dengan persyaratan tertentu ke media lingkungan hidup tertentu.

Melihat kondisi sekarang di mana jumlah timbulan sampah setiap harinya semakin besar dari perkiraan semula, maka usia TPA bisa jadi lebih pendek dari yang diperkirakan. Jika tidak didukung oleh system pengelolaan TPA yang baik maka usia TPA tidak sesuai yang diharapkan.



Lokasi TPA Tamangapa Kota Makassar

Gambar lokasi Penelitian (Kota Makassar) Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah survey. Bentuk penelitian ini dilakukan dengan cara wawancara, observasi langsung terhadap system pengelolaan sampah, untuk mendapatkan informasi yang lebih tepat dan dapat dipercaya berupa data primer dan data sekunder dengan kebutuhan yang diperlukan untuk mendukung penulisan tugas akhir ini.

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 2 hari berturut-turut yang berlokasi di Kota Makassar Kecamatan Manggala tepatnya di TPA Tapangapa Antang. Sementara waktu penelitian ini mulai dilakukan pada tanggal 14 April – 15 April 2016.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting

Kondisi Eksisting TPA Tamangapa

No	Rencana Awal	Kondisi Existing
1	Sampah ditumpuk di 1 zona hingga full kemudian pindah ke zona aktif berikutnya.	Sampah ditumpuk berpindah pindah tergantung kondisi jalan ke zona aktif.
2	System yang di terapkan adalah system Sanitary landfill.	System yang diterapkan adalah system Open dumping.

Kondisi Eksisting Alat Berat TPA Tamangapa

Berikut adalah jumlah alat berat yang tersedia di TPA Tamangapa Kota Makassar, Kelurahan Tamangapa, Kecamatan Manggala :

Daftar Nama Alat yang Tersedia

No	Nama Alat	Jumlah unit
1	Bulldozer (P31)	2
2	Bulldozer (D68)	2
3	Bulldozer (WDA D5R XL)	1
4	Excavator (PC 200)	2

Sumber : Dinas Pertamanan dan Kebersihan Kota Makassar 2016

Sarana Alat Berat sampah yang dioperasikan di TPA Tamangapa Kota Makassar.

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan (unit)		Volume Sampah diolah perhari (M ³)
		Baik	Rusak	
1	Bulldozer (P31)	-	2	-
2	Bulldozer (D68)	-	2	-
3	Bulldozer (WDA D5R XL)	1	-	-
4	Excavator (PC200)	2	-	1,5

Sumber : Dinas Pertamanan dan Kebersihan Kota Makassar 2016

Mekanisme Pengoperasian TPA

TPA Tamangapa yang bertempat di Kelurahan Tamangapa, Kecamatan Manggala Kota Makassar. Berikut adalah urutan prosesnya :

- Mula-mula truck sampah yang masuk di catat kode kendaraannya dan di timbang pada jembatan timbang
- Setelah sampah di timbang sampah tersebut di bawa ke zona aktif dan di buang ke lubang penampungan supaya tidak terjadi penumpukan.
- Sampah tersebut di buang berpindah pindah dari 1 zona ke zona berikutnya, ini disebabkan kondisi jalan yang tidak bisa diakses oleh alat berat menuju zona aktif. Hal ini dikarenakan kondisi cuaca yang tak menentu.
- Sampah dari lubang pembuangan di angkut oleh excavator dan di dorong oleh bulldozer. Setelah sampah mencapai ketinggian 5 – 6 meter sampah di tutup dengan tanah dan dipadatkan hingga tinggi mencapai 10 cm.

Data Pekerjaan Penanganan Sampah

Berikut adalah volume sampah harian yang diperoleh berdasarkan pengamatan langsung yang dilakukan selama 8 hari berturut-turut di lapangan:

Volume sampah harian Selama 8 hari berturut-turut

Tanggal	Volume Sampah (m ³)
01/07/2016	3272
02/07/2016	3009
03/07/2016	2403
04/07/2016	3227
05/07/2016	3921
06/07/2016	1174
07/07/2016	1926
08/07/2016	2370

Sumber : TPA Tamangapa Kota Makassar

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa volume timbulan sampah yang paling sedikit adalah 1174 m³ dan volume sampah yang terbesar adalah 3921 m³. Dari 8 hari berturut-turut di rata-rata kan sampah yang masuk adalah 2662,75 m³.

Analisa Kondisi Bulldozer dan Excavator

Pada penelitian ini, penulis menetapkan TPA Tamangapa untuk dijadikan sampel penelitian yaitu

dengan batasan penelitian pada 2 kendaraan operasional alat berat sampah, yaitu pemadatan sampah dan tanah menggunakan *bulldozer* dan *excavator* berkapasitas 0,5-1,20 m³. Jenis *bulldozer* dan *excavator* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 berikut ini:



Gambar Excavator

Sumber: Dokumentasi Survey di Lapangan



Gambar Bulldozer

Sumber: Dokumentasi Survey di Lapangan

Umur *Bulldozer* saat ini telah mencapai 8 tahun dan *excavator* telah mencapai 8 tahun. Berdasarkan umur ekonomis alat yaitu 5 tahun maka dapat dikatakan bahwa kedua alat ini sudah tidak dapat beroperasi dengan baik.

Analisis Kebutuhan Unit *Bulldozer* dan *Excavator*

- Kapasitas Produksi Alat

1. *Bulldozer*

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{Cm} \quad (\text{Rocmanhadi. 1983})$$

Produksi per siklus (q) :

$$q = L \times H^2 \times a$$

L = Lebar *blade* (pisau)
 H = tinggi *blade* (pisau)
 a = faktor sudut

Dimana :

E = Efisiensi Kerja

Cm = Waktu Siklus

$$cm = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z$$

D = jarak angkut

F = kecepatan maju

R = kecepatan mundur

Z = waktu ganti persneling

Kondisi kerja :

- Jarak gusur : 20 m
- Tipe tanah : tanah asli (biasa)
- Efisiensi kerja : 0,75 (baik)
- Kecepatan maju : 5 km/jam
- Kecepatan mundur : 3,5 km/jam
- Waktu ganti persneling : 0,05 menit
- Faktor konversi volume tanah : 0,80 (asli)
- Produksi per siklus

$$Q = (\text{tinggi sudut})^2 \times \text{lebar sudut} \times \text{faktor sudut}$$

$$= 1,031^2 \times 4,16 \times 0,80 = 3,54 \text{ m}^3$$

- Waktu siklus
- Kecepatan maju $F = 3,5 \times 0,75 = 2,6$ km/jam (43,75 m/menit)
- Kecepatan mundur $R = 5 \times 0,85 = 4,25$ km/jam (70,83 m/menit)
- Waktu ganti persneling $Z = 0,05$ menit

$$\text{Waktu siklus} = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + z$$

$$= \frac{20}{3,5} + \frac{20}{5} + 0,05$$

$$= \frac{20}{43,75} + 0,05$$

$$= 0,8 \text{ menit}$$

Produktivitas untuk tanah asli :

$$Q = \frac{q \times 60 \times E \times 0,80}{cm}$$

$$= \frac{3,54 \times 60 \times 0,75 \times 0,80}{0,8}$$

$$= 159,3 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- Produksi per hari
- Setiap harinya *bulldozer* dengan kapasitas $3,18 \text{ m}^3$ dapat beroperasi 6 jam dalam sehari.
- Produksi per hari bulldozer yaitu :
- (Produksi perjam x jam kerja efektif)
- $$= 159,3 \text{ m}^3/\text{jam} \times 6 \text{ jam}$$
- $$= 955,8 \text{ m}^3/\text{hari untuk (1 unit bulldozer)}$$

Factor karakteristik pekerjaan akan menentukan produksi terbesar peralatan, dapat di rumuskan sebagai berikut :

$$\text{Produksi terbesar alat, QM} = \frac{\text{volume pekerjaan, } V \text{ (m}^3\text{)}}{\text{jam efektif operasi, } t \text{ (jam)}}$$

$$= \frac{1174 \text{ m}^3}{6 \text{ jam}} = 195,67 \text{ m}^3 \text{ (volume terkecil)}$$

$$= \frac{3921 \text{ m}^3}{6 \text{ jam}} = 653,5 \text{ m}^3 \text{ (volume terbesar)}$$

Jumlah Unit bulldozer yang dibutuhkan :

$$n = \frac{\text{produksi terbesar alat, QM}}{\text{produksi alat, } Q}$$

(Irawan Sudarsono, 2012)

$$= \frac{195,67}{159,3} = 1,22 = 1 \text{ unit}$$

$$= \frac{653,5}{159,3} = 4,10 = 4 \text{ unit}$$

2. Excavator

Secara umum, produktifitas suatu alat berat di hitung dengan menggunakan rumus :

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{CM}$$

Di mana : Q = produktifitas per jam (m^3/jam)

q = produksi persiklus (m^3)

E = efisiensi kerja

CM = waktu siklus (menit)

Tabel waktu menggali

Kedalaman galian	KONDISI GALIAN (DETIK)			
(m)	Mudah	Biasa	Agak sukar	Sukar
0-2	6	9	15	26
02-Apr	7	11	17	20
>4	8	13	19	30

Sumber : Alber20

Tabel Bucket Factor untuk Alat Gali
Tabel waktu putar

Model	Swing Angle			
	45°	90°	90°	180°
PC 10	11	13	13	15
PC 20	12	14	14	16
PC 40	12	14	14	16
PC 60	13	15	15	17
PC100	13	15	15	17
PC 120	14	16	16	18
PC 200	16	18	18	21
PC 220	18	20	20	23
PC 300	20	22	22	23

Sumber : Alber20

Tabel Waktu Buang

Kondisi Tempat Buang	Waktu Untuk Buang
Posisi tempat buang tertentu	05 - 08
(misalnya dumptruck)	
Posisi tempat buang tidak tertentu	03 - 06

Sumber : Alber20

Kondisi kerja :

- Kapasitas produksi (ql) = $1,2 \text{ m}^3$
- Factor bucket (K) = 0,80
- Factor efisiensi (E) = 0,75 (bagus)
- Waktu siklus (CM) = gali 10 detik + swing 2x5 detik + dumping 5 detik = 25 detik = 0,42 menit
- a) Produksi per siklus

Untuk menghitung produksi per siklus excavator dapat di rumuskan sebagai berikut:

$$Q = ql \times K$$

Di mana :

- Kapasitas produksi (ql) = 1,2 m³
- Factor bucket (K) = 0,80

Maka di peroleh produksi persiklus :

$$Q = 1,2 \times 0,80 = 0,96 \text{ m}^3$$

b) Produksi per jam

Untuk menghitung produksi per jam excavator dapat di rumuskan sebagai berikut :

$$\text{Di mana : } Q = \frac{q \times 36000 \times E}{CM}$$

- Produksi persiklus (q) = 0,96 m³
- Factor efisiensi (E) = 0,75
- Waktu siklus (CM) = 25 detik

Maka di peroleh produksi perjam excavator

$$\text{adalah : } Q = \frac{0,96 \times 3600 \times 0,75}{25} \\ = 103,68 \text{ m}^3/\text{jam}$$

c) Produksi per hari

Setiap harinya *excavator* dengan kapasitas 1,20 m³ dapat beroperasi 6 jam dalam sehari.

Produksi per hari excavator yaitu:

(Produksi per jam x jam kerja efektif)

$$= 103,68 \text{ m}^3/\text{jam} \times 6 \text{ jam}$$

$$= 622,08 \text{ m}^3/\text{hari (untuk 1 unit excavator)}$$

Factor karakteristik pekerjaan akan menentukan produksi terbesar peralatan, dapat di rumuskan sebagai berikut :

Produksi terbesar alat, QM = $\frac{\text{volume pekerjaan, } V \text{ (m}^3\text{)}}{\text{jam efektif operasi, } t \text{ (jam)}}$

$$= \frac{1174 \text{ m}^3}{6 \text{ jam}} = 195,67 \text{ m}^3 \text{ (volume terkecil)} \\ = \frac{3921 \text{ m}^3}{6 \text{ jam}} = 653,5 \text{ m}^3 \text{ (volume terbesar)}$$

Jumlah Unit excavator yang dibutuhkan :

$$n = \frac{\text{produksi terbesar alat, QM}}{(\text{Irawan Sudarsono, 2012}) \text{ produksi alat, } Q}$$

$$= \frac{195,67}{103,68} = 1,88 = 2 \text{ unit}$$

$$= \frac{653,5}{103,68} = 6,30 = 6 \text{ unit}$$

Dari perhitungan analisa kebutuhan maka didapatkan kebutuhan unit Alat berat sebagai berikut :

Jumlah Kebutuhan Unit Alat Berat

No	Nama Alat	Produktivitas Alat berat per jam (m ³)	Volume pekerjaan (m ³)	Jumlah Alat Berat (unit)	Dibulatkan
1	<i>Bulldozer</i>	159,3	1174	1,22	1
			3921	4,1	4
2	<i>Excavator</i>	103,68	1174	1,88	2
			3921	6,3	6

- Biaya depresiasi (penyusutan)

Nilai depresiasi Bulldozer

Tahun	Nilai penyusutan tiap tahun	Nilai Buku
0		2792400000
1	502632000	2289768000
2	502632000	1787136000
3	502632000	1284504000
4	502632000	781872000
5	502632000	279240000

Harga Pembelian bulldozer = Rp 2.792.400.000

Didepresiasikan menjadi nilai sisa 10% dari harga pokok selama umur ekonomis dari alat 5 tahun.

Nilai penyusutannya = Rp 2.792.400.000 dikurangi (10% x 2.792.400.000) = Rp 2.513.160.000

Nilai penyusutan tiap tahun = (2.513.160.000 : 5) = Rp 502.632.000

Depresiasi = $\frac{\text{harga mesin} - \text{harga sisa}}{\text{umur kegunaan (jam)}}$

$$= \frac{2.792.400.000 - 279.240.000}{2160 \text{ jam}}$$

$$= \text{Rp. 1.163.500}$$

Nilai depresiasi Excavator

Tahun	Nilai penyusutan tiap tahun	Nilai Buku
0		1678050000
1	302049000	1376001000
2	302049000	1073952000
3	302049000	771903000
4	302049000	469854000
5	302049000	167805000

Harga Pembelian excavator = Rp 1.678.050.000

Didepresiasikan menjadi nilai sisa 10% dari harga pokok selama umur ekonomis dari alat 5 tahun.

Nilai penyusutannya = Rp 1.678.050.000 dikurangi (10% x 1.678.050.000) = Rp 1.510.245.000

Nilai penyusutan tiap tahun = (1.510.245.000 : 5) = Rp 302.049.000

Depresiasi = $\frac{\text{harga mesin} - \text{harga sisa}}{\text{umur kegunaan (jam)}}$

$$= \frac{1.678.050.000 - 167.805.000}{2160 \text{ jam}}$$

$$= \text{Rp. 699.187,5}$$

Analisa Penentuan Pengadaan Kendaraan Operasional TPA Tamangapa Kota Makassar

Sebagaimana tercantum dalam dasar teori, bahwa sistem pengadaan alat berat yang digunakan pada penelitian ini adalah 2 cara, yang mana dari masing-masing dianalisa dengan metode pendekatan biaya, yakni meliputi biaya investasi dan biaya operasi pemeliharaan. Secara ringkas dapat dilihat pada tabel berikut :

Analisa Biaya Beli dan Biaya Sewa

Jenis Alat	Metode Pengadaan		
	Beli		Sewa
	Harga Alat (Rp)	Biaya Kepemilikan dan Operasional Rp/jam	Biaya Kepemilikan dan Operasional Rp/jam
Bulldozer	2.792.400.000	357.371,75	663.667,68
Excavator	1.678.050.000	267.838,48	455.692,33

Analisa Biaya Alat Berat

Biaya alat terdiri dari biaya kepemilikan dan biaya operasi. Tujuan dari diketahuinya biaya dan produksi dari suatu alat adalah agar dapat menentukan satuan pekerjaan dengan menggunakan alat berat tersebut. Sehingga dapat di buat perhitungan RAB yang menggunakan alat.

Untuk menghitung biaya pekerjaan dalam RAB yaitu :

Biaya pekerjaan (Rp) = Volume pekerjaan (m³) x Harga satuan pekerjaan (Rp/m³)

$$\text{Harga satuan pekerjaan} = \frac{\text{Biaya alat perjam} \left(\frac{\text{Rp}}{\text{jam}} \right)}{\text{Produksi alat} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \right)}$$

➤ Sewa

- Bulldozer
Diketahui :

$$\text{Volume pekerjaan} = 2662,75 \text{ m}^3$$

$$\text{Biaya alat perjam} = \text{Rp. } 663.667,68 / \text{jam}$$

$$\text{Produksi alat} = 159,3 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Harga satuan} = \frac{663.667,68}{159,3}$$

$$= \text{Rp. } 4.166,14 / \text{jam}$$

$$\text{Biaya pekerjaan} = 2662,75 \times 4.166,14$$

$$= \text{Rp. } 11.093.415,66$$

- Excavator
Diketahui :

$$\text{Volume pekerjaan} = 2662,75 \text{ m}^3$$

$$\text{Biaya alat perjam} = \text{Rp. } 455.692,33 / \text{jam}$$

$$\text{Produksi alat} = 103,68 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Harga satuan} = \frac{455.692,33}{103,68}$$

$$= \text{Rp. } 4.395,18 / \text{jam}$$

$$\text{Biaya pekerjaan} = 2662,75 \times 4.395,18$$

$$= \text{Rp. } 11.703.267,28$$

➤ Beli

Diketahui :

$$\text{Volume pekerjaan} = 2662,75 \text{ m}^3$$

$$\text{Biaya alat perjam} = \text{Rp. } 357.371,75 / \text{jam}$$

$$\text{Produksi alat} = 159,3 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Harga satuan} = \frac{357.371,75}{159,3}$$

$$= \text{Rp. } 2.243,38 / \text{jam}$$

$$\text{Biaya pekerjaan} = 2662,75 \times 2.243,38$$

$$= \text{Rp. } 5.973.582,09$$

- Excavator

Diketahui :

$$\text{Volume pekerjaan} = 2662,75 \text{ m}^3$$

$$\text{Biaya alat perjam} = \text{Rp. } 267.838,48 / \text{jam}$$

$$\text{Produksi alat} = 103,68 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Harga satuan} = \frac{267.838,48}{103,68}$$

$$= \text{Rp. } 2.583,31 / \text{jam}$$

$$\text{Biaya pekerjaan} = 2662,75 \times 2.583,31$$

$$= \text{Rp. } 6.878.731,79$$

Jadi dari hasil perhitungan analisa biaya

alat berat sampah yang diolah sebanyak

2662,75 m³ di peroleh biaya pekerjaan.

Secara ringkas dapat dilihat pada table berikut.

Analisa Biaya Pekerjaan Alat Berat

Jenis alat	Volume pekerjaan (m ³)	Biaya pekerjaan (Rp)	
		Sewa (per unit)	Beli (per unit)
Bulldozer	2662,75	11.093.415,66	5.973.582,09
excavator	2662,75	11.703.267,28	6.878.731,79

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Sistem sanitary landfill yang sekarang menjadi metode persampahan di TPA membutuhkan alat berat *bulldozer* untuk meratakan sampah dan tanah dan *excavator* untuk memindahkan sampah. *Bulldozer* dan *excavator* yang dipakai adalah alat berat yang dipakai pada tahun 2008 sampai saat ini. Usia alat sudah melampaui umur ekonomis alat itu sendiri, di mana umur *bulldozer* sudah mencapai 8 tahun dan *excavator* sudah mencapai 8 tahun. Oleh karena itu kedua alat ini sudah tidak efektif dan efisien lagi untuk digunakan.
2. Dari hasil produktivitas alat diperoleh kebutuhan unit untuk *bulldozer* yaitu 3 unit dan *excavator* 4 unit.
3. Berdasarkan hasil analisa biaya pekerjaan alat untuk mengolah sampah dengan volume 2662,75 m³ di peroleh biaya sewa/unit untuk *bulldozer* Rp. 11.093.415,66 dan *excavator* Rp. 11.703.267,28. Sedangkan biaya beli/unit untuk *bulldozer* Rp. 5.973.582,09 dan *excavator* Rp. 6.878.731,79

Saran

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian di atas maka diajukan beberapa saran sebagai bahan pertimbangan:

1. Perlu dilakukan pengawasan lebih terhadap petugas yang melakukan pengawasan di lokasi TPA. Pengawasan yang dimaksud berkaitan dengan kesesuaian jam kerja di lapangan dengan yang telah terjadwalkan. Selain itu, sangat diperlukan perhatian kondisi alat pada saat beroperasi dan sesudah beroperasi. Perawatan dan perbaikan alat seharusnya mendapatkan penanganan yang serius agar alat tidak cepat rusak sehingga umur alat dapat lebih lama dibanding umur seharusnya.
2. Sebaiknya dinas kebersihan dan pertamanan kota makassar mengadakan alat berat yang baru untuk *bulldozer* 3 unit dan *excavator* 4 unit.
3. Administrasi yang berhubungan dengan data persampahan, kendaraan operasional, dan pengelolaan sampah sebaiknya diperbaiki dan dibuat secara detail.

DAFTAR PUSTAKA

Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi/ Susy Fatena Rostiyanti, - Cet. 1. Edisi 2 – Jakarta : Rineka Cipta, 2008.

Sudarsono, Irawan dan Kartika, A. Agung Gde Kartika. 2012. *Studi Pemilihan Alternatif Bentuk Pengadaan Kendaraan Operasional di Tempat Pembuangan Akhir Sampah Ngipik Kab. Gresik*. Teknik Sipil Institut Teknologi Surabaya. Surabaya

Enang Suma A. 2009. *Optimasi Pemakaian Alat Berat Untuk Pekerjaan Sanitary Landfill di TPA Leuwigajah*.

Rochmanhadi, Ir, M.Sc. 1983. *Kapasitas & Produksi Alat-alat Berat*. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.

Rochmanhadi, Ir, M.Sc. 1992. *Alat-Alat Berat dan Penggunaannya*. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.

Badan Pusat Statistik Kota Makassar, Kecamatan Manggala Dalam Angka 2015

Arifia, Dina. 2013. *Metode Pengolahan Sampah*. Universitas Sebelas Maret. Surabaya

Asiyanto, Ir, MBA, IPM. 2008. *Manajemen Alat Berat Untuk Konstruksi*, Penerbit PT. Pradnya Paramita. Jakarta.

Gani, Muchtar, Ir, Msi. *Bahan Kuliah PTM/Alat Berat*. Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Makassar.

Leoni, Y. Agnes. 2013. *Studi Pengelolaan Sampah Bandara Hasanuddin*. Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Makassar.

Wedhanto, Sonny. 2009. *Alat Berat dan Pemindahan Tanah Mekanis (Diktat Kuliah untuk Mahasiswa)* . Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Malang.

http://www.cat.com/id_ID/products/new/attachment/s/buckets-excavator/heavy-duty-buckets-mini-excavator/18082305.html

http://elearning.gunadarma.ac.id/docmodul/pemindahan_tanah_mekanis/bab6_biaya_pemilikan_&_operasi.pdf

http://eprints.undip.ac.id/34707/4/1709_CHAPTER_II.pdf

http://eprints.undip.ac.id/34124/8/1646_chapter_III.pdf

https://e-katalog.lkpp.go.id/backend/katalog/lihat_produk/55486

https://e-katalog.lkpp.go.id/backend/katalog/lihat_produk/78743

<https://simdos.unud.ac.id/uploads/file.../0d1225eabc1d4b2b46862a60bd1d6a5d.pdf>